ROCZNIKI FILOZOFICZNE
Tom XXVIII, zeszyt 3 — 1980

WŁODZIMIERZ SEDLAK

PODSTAWY KWANTOWEJ PALEOBIOFIZYKI

W rozwoju bioelektroniki musiało dojść do kwantowej podstawy paleobiofizyki. Zostało to zasygnalizowane w trzech ostatnich rozdziałach książki (23). Tak powstał pierwszy szkic paleobiofizyki, dziedziny nie istniejącej na razie.

Czym jest i czym być powinna paleobiofizyka? Jest to kierunek biologiczny, który usiłuje zrekonstruować najstarsze stadia fizyki życia na podstawie zachowanych reliktów w jego obecnej naturze. Paleobiofizyka jest kierunkiem ewolucyjnym, musi więc być rekonstrukcją na podstawie zadokumentowanych śladów przeszłości.

Kształt kopalnych bakterii czy glonów sprzed 3,2 mld lat daje już przestrzenną orientację form ożywionych. Niemniej reliktem jest kerogen, świadczy bowiem o prastarej konfiguracji drobin aktywnych biologicznie. Sięgamy tak do wielkości molekularnych. Bioelektronika jest dziedziną submolekularnych rozmiarów, wobec tego problemy paleobiofizyczne przesuwają się znacznie w dół. Ewolucja molekularna nie stanowi odpowiednika paleobiofizyki, zajmuje się ona bowiem własnościami drobin, a nie ich cechami fizycznymi. Ewolucja molekularna jest częścią paleobiochemii.

Przedmiot paleobiofizyki sam się będzie określał w trakcie rozwoju tej dziedziny. Na razie istnieje potrzeba sformułowania nowego kierunku wiedzy o życiu. Przejście od biofizycznej ewolucji gatunkowej, a więc w skali morfologicznej i anatomicznej, do ewolucji kwantowej nie będzie łatwe dla odbiorcy, który chciałby się zatrzymać na molekularnym rozmiarze przy chemicznych wyznacznikach rozwoju. Skoro ewolucja jest jednym z procesów życia, nie można w niej pominąć energetycznej strony, ta zaś jest nie do pomyślenia bez uwzględnienia kwantowych praw materii. Do tej sytuacji musiałoby dojść w biologii niezależnie od bioelektronicznego punktu widzenia. Energetyki bioukładu nie można pojąć bez zejścia do kwantowych podstaw, a więc elektrycznych i magnetycznych własności związków organicznych (3). Według biochemika produkowane związki już żyją, według bioelektronika zostały tylko chemicznie wy-

tworzone i stanowią molekularny materiał, na tle którego rozwijają się procesy elektroniczne. W konsekwencji dochodzi do sprzężenia obu funkcji. Tym samym został wyznaczony punkt startowy kwantowej ewolucji. Następnym zadaniem byłoby odtworzyć jej przebieg, pamiętając ciągle, że chodzi o energetyczną stronę życia.

Pierwsze kroki paleobiofizyki kwantowej mogą być kontrowersyjne, tym niemniej są one konieczne jako nieodzowne zejście do problematyki fizyki życia w momencie jej narodzin. Co więcej, bez tego kroku biologiczne postępowanie wydaje się dosyć dowolne i zawieszone wśród zbyt wielu niewiadomych i tylko domniemanych sądów.

ŻYCIE JAKO STAN WZBUDZONY MATERII

Drobiny organiczne, głównie białka, mają dwa funkcjonalne oblicza. Strona chemiczna była od przeszło 100 lat z powodzeniem badana w biochemii. Natomiast elektroniczna jest niedawno rozpoznana, bo od lat pięćdziesiątych. Elektroniczne cechy masy biologicznej stały się podstawą nowego modelu od 1967 r., komplementarnego z modelem biochemicznym. W molekularnym ośrodku przebiega „gorąca linia życia" kwantowych sprzężeń procesów metabolicznych z elektronicznymi.

Stany wzbudzone jako wstępne zaktywowanie związków chemicznych występują jako etap katalizy enzymatycznej. Od strony elektronicznej oznaczają one jednak co innego. Jest to możność znalezienia się elektronów w innych sytuacjach kwantowych: promieniste lub bezpromieniste przejścia, nieskompensowane sytuacje spinowe, a więc kwantowe zjawiska magnetyczne, uruchomienie zdelokalizowanych elektronów i międzymolekularnych przejść tunelowych czy hoppingu.

Bioelektronika odkryła nową fizyczną rolę białkowych związków i jednocześnie kwantowe spojenie z reakcjami chemicznymi we wzajemnie stymulującą się jedność funkcjonalną.

Wychodząc z nowszej tendencji opisowej kolektywnych oddziaływań, masę biotyczną można traktować jako uogólniony stan wzbudzenia. Przy fluorescencyjnych własnościach aminokwasów, białek, kwasów nukleinowych i porfiryn zdaje się to stanowić odpowiednie dyspozycje dla procesów laserowych. Efekty te były przewidywane przez Sedlaka (19), i szerzej potraktowane (20) i (22). Istniałyby warunki procesu laserującego nie tylko na złączach struktur sandwiczowych (mitochondria, chloroplasty, rybosomy, aparat Golgiego, błony komórkowe), ale również jako chemiczne procesy laserujące i barwnikowe. W pierwszym przybliżeniu można całą masę półprzewodnikową i metabolizującą traktować jako ośrodek laserujący, jeśli stan ogólnego wzbudzenia elektronowego przyjmie się za wyznacznik sytuacyjny. Procesom inwersji towarzyszą zjawiska

radiacyjne. Biolaserująca sytuacja może wobec tego być synonimem klasycznego metabolizmu, wyraża jednak szerszy zespół faktów.

Istnieje stan wzbudzonej materii — plazma. W 1967 r. został on przez Sedlaka wyodrębniony dla określenia energetyki bioukładu (26). Autor przeprowadzał dotychczas paralele między metabolizmem i bioplazmą (24), obecnie można wymienić takie człony paraleli: „metabolizm — bioplazma — procesy laserujące" (7). Są to nasze zróżnicowania problemowe, które w sytuacji życia przebiegają równorzędnie i współzależnie. Wykazują one znamienną równoległość procesów w postaci sytuacyjnego dwutaktu — zyskiwania i utraty energii. Doprowadzenie do stanu wzbudzonego łączy się zawsze z dostarczeniem energii, inwersja do stanu podstawowego — z jej utratą.

metabolizm	laser	plazma
1. anabolizm	1. pompowanie	1. stabilizacja
2. katabolizm	2. spadek do stanu podstawowego	2. degradacja

Wszędzie występuje wahadło energetyczne wzrostu wzbudzenia i jego degradacji z procesami radiacyjnymi. Jak długo pracuje kwantowe wahadło między najwyższymi i najniższymi stanami energetycznymi — układ żyje. Jak długo układ jest zdolny statystycznie biorąc wznieść swą masę do stanu wzbudzonego — żyje. Tak byśmy doszli do kwantowego rozrusznika życia ważnego w nadawaniu odwracalnym procesom chemicznym charakteru ciągłego, rozrusznika, który w stanach liofilizacji powtórnie włącza reakcje chemiczne w sprzężone działania. Rozrusznika, który był również nieodzowny do zainicjowania procesów u startu życia na Ziemi, a może stanowi wprost startowy element życia.

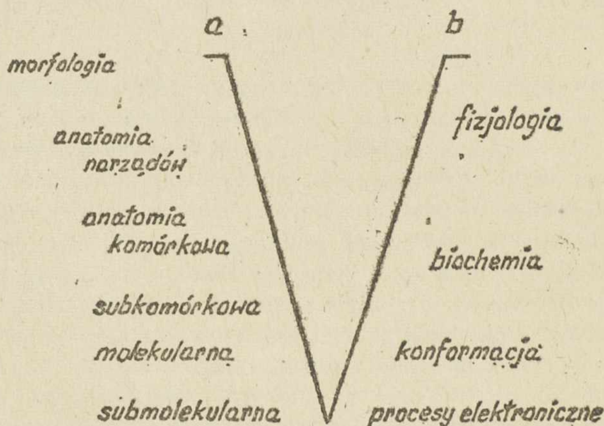
Fizyka zaczyna nie nadążać za biologią nieadekwatnymi metodami badania tak złożonego problemu, jak procesy życiowe oraz brakiem rozumienia biologicznej masy. Po wyrównaniu tych niedoborów, wynikających z innego przedziału zainteresowań, będzie można dopiero poważnie mówić o zajęciu się masą biologiczną przez fizykę.

EGZOBIOLOGIA I NOWE MOŻLIWOŚCI

Jak długo życie traktowano w biochemicznym schemacie kilka problemów wydawało się niemożliwych do rozwiązania: geneza życia i jego natura, istota śmierci, ziemskie czy kosmiczne pochodzenie życia, jego synteza *in vitro*, rozumienie energetyki żywego ustroju, odnoszenie elektronicznych własności związków organicznych do elektrochemii, aktywny transport, natura świadomości.

Wychodząc z ogólnego stanu wzbudzenia biomasy nasuwają się pewne refleksje. Fenomenologiczna strona przyrody przedstawia zdegradowaną materię. Zmysły są również przystosowane do poznawania materii zdegradowanej, a więc w najniższym stanie energetycznym. Tym samym cała biologia jest nauką o życiu poznawanym fenomenologicznie, odnosi się więc do materii biotycznej w jej najniższym stanie energetycznym.

W poznaniu życia istnieją dwa szeregi: przestrzenny i funkcjonalny. Pierwszy dał wszystkie rzędy wielkości, czyli piętra organizacyjne żywego ustroju, poczynając od morfologii, anatomii narządów, histologii, cytologii do anatomii subkomórkowej, biologii molekularnej, ostatnio nawet biologii submolekularnej. W szeregu funkcjonalnym nie ma ścisłej paralelizacji, można tylko wyróżnić odpowiednio fizjologię, biochemię, konformację w biologii molekularnej, w biologii submolekularnej procesy kwantowe (rys. 1).



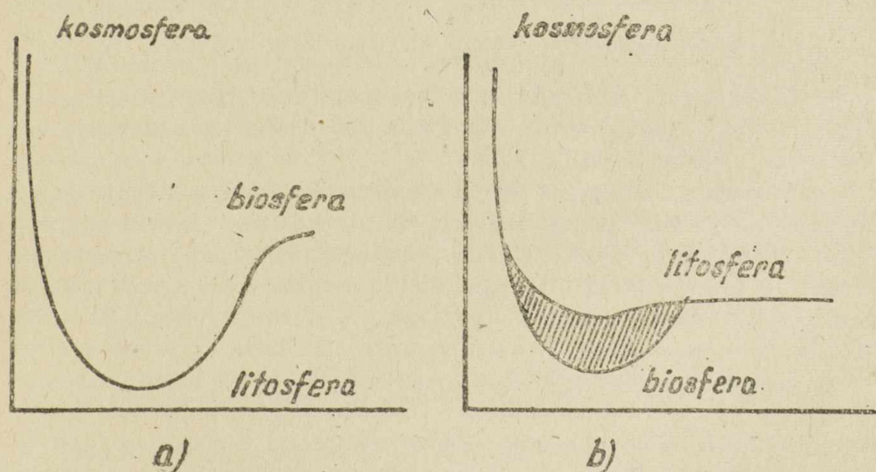
Rys. 1. Dwa szeregi poznawania układów biologicznych: szereg przestrzenny masy (a) i szereg funkcjonalny (b)

W obszarze kwantowych oddziaływań relacje przestrzenne i funkcjonalne są nieodróżnialne i stanowią jeden z dwóch możliwych sposobów opisu zjawiska. Zasada nieoznaczoności Heisenberga jest tu miarodajna. Nie istnieje więc ścisłe rozgraniczenie cząstki i fali, życie przebiega w sposób daleki od fenomenologicznych wyobrażeń. A jednocześnie energetyka bioukładu przedstawia inne relacje niż w chemicznym rozeznaniu. Materia w stanie wzbudzonym może być również przedmiotem chemii. Reakcje jednak biochemiczne rozważane tradycyjnie znajdują się nadal w skali fenomenologicznej mianowanych oddziaływań i określonych związków

chemicznych. Właściwe tło energetyki żywego układu przedstawiają stany kwantowe, a więc świat wycięty bioelektronicznym zakresem.

Godne uwagi jest, że otaczająca nas przyroda, więc lito-, hydro- i atmosfera stanowią zdegradowany stan materii. Stanowi go również masa tradycyjnie poznawana w biologicznych badaniach. Wytworzył nam się statyczny obraz życia, który na pograniczu śmierci organizmu przyjmuje jeszcze głębszą statykę. Rozpatrując sprawy w kontekście Wszechświata, stany wzbogacone materii znajdują się właśnie nie na planecie Ziemia, z wyjątkiem jej jądra — według Kuhna i Rittmana ⟨10⟩. Jądro Ziemi według nich jest bowiem złożone z homogennej materii słonecznej, a więc znajduje się w stanie plazmy. Taki stan przedstawia też Wszechświat. Stan degradacji materii przechodzi przez swoją depresję w litosferze, by znowu energetycznie się zregenerować w biosferze, o czym zdaje się mówić bioelektronika.

Rysuje się tu problem istotny dla egzobiologii; czy życie jest jednorazową udaną próbą wybicia się znowu do niezdegradowanego stanu materii, który utrzymuje się już koło 5 miliardów lat, czy też jest ono reliktem wczesnej sytuacji kosmicznej, która na powierzchni Ziemi ocaliła niezdegradowaną materię nazwaną w tej chwili bioplazmą (rys. 2).



Rys. 2. Zdegradowany stan materii kosmicznej tworzy litosferę, w następstwie biosferę (a), albo biosfera jest reliktem niezdegradowanej masy kosmicznej w litosferze (b)

W pierwszym wypadku zaistniały warunki w praśrodowisku, które pozwoliły skutecznie wznieść materię na wzbudzony poziom, utrzymując go w niewiarygodnie długim czasie, mimo olbrzymiego odsiewu zdegrado-

wanej masy w śmiertelnych szczątkach organizmów, przy przekazywalności kodem genetycznym zasadniczej energetyki stanu wzbudzonego. W innym wypadku mamy do czynienia z kosmicznym reliktem, który dzielnie opiera się radykalnie zmienionym warunkom środowiskowym dzięki zdolnościom adaptacyjnym wytworzonym na drodze biofizycznej oraz biochemicznej ewolucji.

Tak ustawionego problemu egzobiologii nie można było sformułować bez nowej interpretacji energetyki procesów życiowych. Istotny był tutaj bioelektroniczny schemat obok biochemicznego, zresztą komplementarnego z nim.

Jedną z trudności biochemicznego schematu jest niemożność wyjaśnienia wpływu pól elektromagnetycznych (PEM) o nietermicznym działaniu (6, 11). Ta sama trudność zjawia się w genezie życia, pominięto elektromagnetyczny profil środowiska geofizycznego jako istotny czynnik modyfikujący układ żywy. Biochemia ani paleobiochemia nie odpowiadają na tę trudność.

Geneza życia i egzobiologia rozpatrywane li tylko od strony związków organicznych węgla robią wrażenie rozstrzygania podstawowych tutaj spraw w skali pojęciowej ogrodniczo-hodowlanej szkoły.

NIEORGANICZNA RESZTA FUNKCJONALNA ŻYCIA

Egzobiologia jest w równej mierze zagadnieniem genezy życia, jak i jego pierwszych etapów rozwojowych. Paleobiofizyka podejmuje ten problem w planetarnej skali Ziemi.

Wychodzimy z założenia, że życie wystartowało przed ostateczną degradacją litosfery, a więc jak to wskazują obecne badania, środowisko plazmy kosmicznej mogło zawierać związki organiczne abiogennego pochodzenia. Postępująca degradacja energetyczna pierwotnej masy kosmicznej i zmiany temperaturowe prowadziły do rozkładu wytworzonych związków przy częściowej ich kondensacji. Ta ostatnia frakcja zetknęła się w następstwie dalszej degradacji tworzonej litosfery z epitaksjalnym wzrostem na krystalicznym podłożu glinokrzemianowym. Tą drogą związki organiczne mogły nabyć optyczną czynność oraz półprzewodnictwo i piezoelektryczność prawdopodobnie na lewoskrętnych kryształach kwarcu. Przed zupełnym rozkładem związków chemicznych chroniła zawiązana nowa akcja elektroniczna nabyta epitaksjalnie nie bez udziału oksydoredukcyjnego potencjału w naturalnym środowisku mineralnym. Zapewne wtedy powstał prastary „szew życia" między odwracalnymi reakcjami chemicznymi i procesami elektronicznymi w substancji białkowej. Sam „szew" był prawdopodobnie podstawą polimeryzacji aminokwasów abiogennie wytworzonych do stanu białka. Czy tak było? Istnieją przesłanki wskazujące na taki przebieg;

stwierdzono abiogenne aminokwasy oraz epitaksjonalne nabieranie własności półprzewodnictwa, piezoelektryczności i czynności optycznej. Uchronienie masy biologicznej przed ostateczną degradacją jest domyślne. Katabolizm dzisiejszy mógł w pierwotnej fazie być odwróceniem abiogennej syntezy. Fakt ten został jako stary ślad historii życia, choć już nie normowany sytuacjami chemicznej degradacji, a wprzężony w ogólny rytm energetyczny życia z całkiem określoną i konieczną rolą.

Degradacja środowiska postępowała dalej. Samoobrona integralności życia dziś obserwowana jest zbyt radykalna i zdecydowana, by ten szczegół jego indywidualności nie był w czas wytworzony. Wykontrastowanie stanu wzbudzonego na tle degradującego się środowiska nadawało się do tego celu, zwłaszcza przy wsparciu procesami elektronicznymi. Reakcje chemiczne weszły bowiem w obręb procesów plazmotwórczych, te zaś są samowzbudne. Frakcjowana degradacja energetyki protoorganizmów stała się własnym rytmem sprzężonym wprawdzie z sytuacją środowiskowego tła, ale pozostała całkowicie zindywidualizowana, choć uwarunkowana. Taką stwierdzamy obecnie w naturze życia.

Trójukład „metabolizm-procesy laserowe-plazma fizyczna" jest archaicznym śladem zachowanym bez zmian z późniejszymi usprawnieniami ewolucyjnie nabytymi. Trójukład stanowi funkcjonalne constans życia. Ewolucja musi się rozpoczynać od jakiegoś granicznego punktu, oraz na czymś rozwijać.

W pewnym sensie odtworzenie ewolucji paleobiofizycznej mogłoby być nawet ułatwione, wykorzystując dane molekularnej ewolucji nie w aspekcie chemicznym, lecz własności elektronicznych. Nieograniczona reszta funkcjonalna została ukryta w sprzężeniach między odwracalnymi reakcjami chemicznymi i optycznymi oraz akustycznymi stymulatorami kwantowymi. Kwantowa sytuacja jest w zasadzie niezmienna od pierwszych momentów zawiązania akcji biologicznej na ziemi. Tak doszlibyśmy do wyodrębnienia w obecnej naturze życia jego kwantowych przesłanek funkcjonalnych.

PRÓBA REKONSTRUKCJI FIZYKI WCZESNYCH OKRESÓW ŻYCIA

Punktem wyjścia dla poczynań ekstrapolacyjnych rozwoju życia mogą być tylko stwierdzone dziś fakty, możliwe do wyodrębnienia trendy rozwojowe i ogólne zasady mechaniki kwantowej. W obecnej sytuacji ta ostatnia jeszcze nie od strony formalnej, choć biochemia kwantowa stosuje teoretyczne wyliczenia elektronowej charakterystyki związków organicznych. Jedynym założeniem, które wydaje się oczywiste, jest nieoddzielanie procesów życiowych od siebie i traktowanie ich jako wieloaspektowego oglądu tego samego zdarzenia. Ewolucja molekularna jest czymś różnym

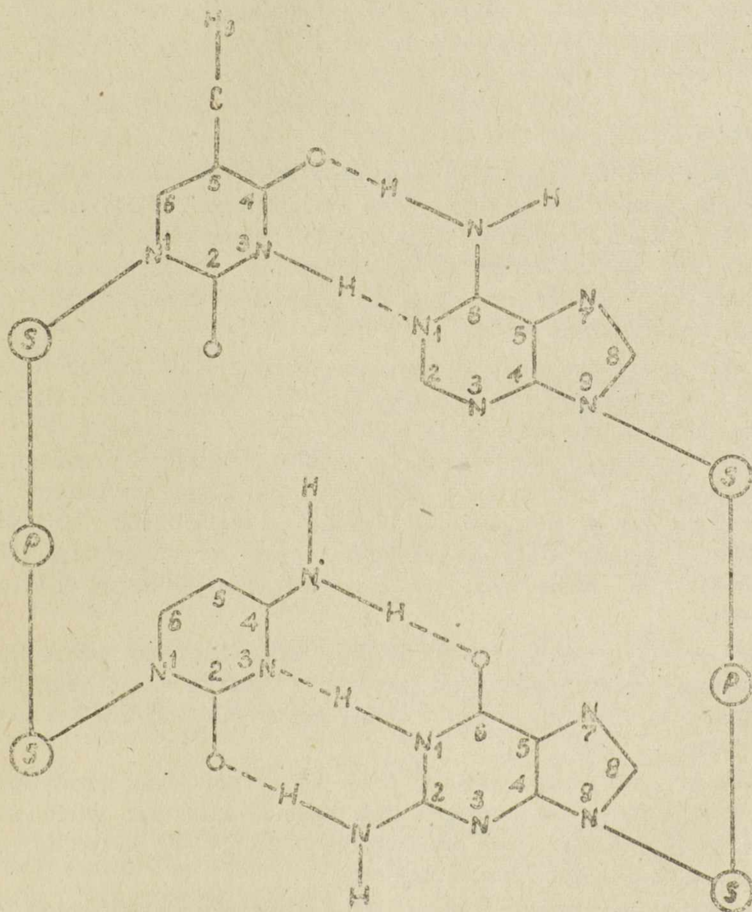
od rozwoju cech elektronicznych związków organicznych, choć usprawnienia metabolizmu nie mogą być odłączone od efektów kwantowych masy biologicznej. W ostateczności ważne są nie tylko chemiczne własności organicznych molekuł, ale ich zdolności generowania kwantowych skutków, jak fotony i fonony. Ewolucja biofizyczna wyeksponowała kompleks cech użytecznych. Ten sam kompleks stanowi selekcyjne sita dla wychwytu najbardziej pozytywnych okoliczności w tym aspekcie.

Nie wydaje się konieczne powtarzanie danych z ewolucji biochemicznej czy molekularnej. Natomiast trzeba podkreślić pewne kierunki rozwojowe zapewniające optymalne możliwości elektroniczne w chemicznym i molekularnym szeregu ewolucyjnym.

a) Cyklizacja szeregu alifatycznego i kondensacja pierścieni aromatycznych. Dowiedziono, że kondensacja pierścieni benzenowych wzmaga własności półprzewodnikowe (15). Ten kierunek obserwuje się w przejściu od aminokwasów alifatycznych do aromatycznych, a więc w powstaniu obok glicyny, alaniny, waliny, leucyny itp. jeszcze heterocyklicznych aminokwasów, jak fenyloalanina, tyrozyna, prolina, tryptofan, histydyna oraz zasad azotowych puryny i pirymidyny. Wśród innych związków, które uległy cyklizacji można zaobserwować fazę przejściową w czteropirolach liniowych z wytworzeniem cyklizacji pierścieniowej w porfirynach. Polikondensację pierścieniową wykazują też sterydy i wiele witamin. Wzrost korelacji między cyklizacją a ruchliwością elektronów zdelokalizowanych nie został przebadany, poza przypisywaniem cholesterolowi własności nadprzewodnictwa.

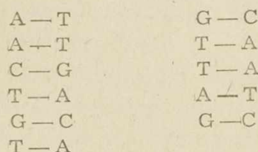
Białka winny się odznaczać różnym stopniem półprzewodnictwa, zależnie od przewagi aminokwasów cyklicznych nad alifatycznymi oraz ilości wiązań wodorowych stanowiących o usieciowaniu. Wiązania wodorowe stanowią drogę dla przenoszenia zdelokalizowanych elektronów pi, jak to wynika z teoretycznych i praktycznych badań. Przykładowo w dwupeptydowym białku połączonym jednym wiązaniem wodorowym może 8 elektronów pi zajmować 4 molekularne orbitale (17). Za najlepszy donor elektronów uważa się tryptofan. Ponadto donorami są tyrozyna, histydyna, fenyloalanina, a więc aminokwasy aromatyczne. Sekwencja aminokwasów w białkach nie jest rzeczą przypadku, lecz wyraża sytuacje donorowo-akceptorowe układające się na sposób trójkowy. Białko stanowi polipeptydowy polimer złożony z biegunowych monomerów aminokwasowych o donorowej grupie NH_3 i akceptorowej COOH. Ta własność nie powinna być obojętna dla półprzewodzącego charakteru białka. Wyliczona przerwa energetyczna wynosi ponad 5 eV, tymczasem wielu autorów stwierdza dla białek przerwę 2-3 eV w stanie suchym. Faktycznie białka wbudowane w system wzbudzonego ośrodka winny odznaczać się jeszcze mniejszą przerwą.

b) Kwas dezoksyrybonukleinowy (DNA) może być jeszcze bardziej ilustratywnym obiektem zespolenia własności chemicznych, molekularnych, elektronicznych i mechanicznych. Zasady azotowe — puryny i pirymidyny — odznaczają się zróżnicowanymi własnościami donorowymi i akceptorowymi. Prawdopodobnie ich ułożenie jest elektrostatycznie komplementarne. Pullmanowie przedstawiają to poglądowo na „miniaturze" DNA (rys. 3). Jest to „poziomy" wycinek pary zasad adenina-tymina (A-T) i guanina-cytozyna (G-C). Komplementarność par należałoby rozumieć w relacji donor-akceptor w każdej parze i par jako całości między sobą.



Rys. 3. Miniatura kwasu dezoksyrybonukleinowego w przekroju poziomym według ⟨17⟩

Adenina posiada ponadto najwyższą energię rezonansową elektronów pi, drugie miejsce zajmuje guanina. Wiązania wodorowe dokonują według Pullmanów stabilizacji rezonansowej elektronów pi, posiadają własne zasilanie, mianowicie z energii odszczepienie grupy PO_4 w ATP. Stanowi więc elektroniczny obwód o złożonym działaniu. Obwód ten jest jednocześnie przykładem funkcjonalnego i strukturalnego zróżnicowania DNA w „poziomie". Para G-C jest na ogół lepszym donorem i akceptorem elektronu niż para A-T. Zróżnicowanie w „pionie" przedstawiałoby się schematycznie następująco:



Dwa łańcuchy DNA dają układ zasad azotowych rozwarstwiony „pionowo" w sposób zapewne nie przypadkowy. Płaskie umieszczenie zasad w helisie DNA stwarza sytuacje wzmocnienia donorowego przy AA, gdyż adenina jest dobrym donorem elektronów. W odniesieniu do własności półprzewodzących DNA zmniejsza się przerwa energetyczna ze wzrostem par gaunina-cytozyna (17).

Zrekonstruowanie elektrodynamicznego systemu na podstawie elektronowej puli wyliczonej dla składowych DNA nastręcza jeszcze trudności. Drobina DNA przedstawia się jako układ scalony o złożonej funkcji. Zróżnicowanie poziomo i pionowo daje w wyniku elektrodynamicznego działania produkcyjną taśmę białek z określoną sekwencją aminokwasów. Kodowanie znane jest w wynikach, ale dalekie od zrozumienia mechanizmów. Wyjątkowo wysoka stała dielektryczna rzędu 10^5 kwalifikuje DNA do ferroelektryków. Może więc być anizotropowym układem elektrodynamicznym.

Elektrodynamiczne wybieraki działają podczas syntezy białek nie tylko na podstawie elektrostatycznego „zszywania" aminokwasów relacji donor--akceptor, ale wykazują również efekty elektromagnetyczne i kwantowo-akustyczne.

Duża przerwa energetyczna w DNA 4,5 eV obliczona teoretycznie byłaby więc wyrazem statycznego traktowania, natomiast wielu autorów stwierdza dla suchego DNA przerwę rzędu 2,4 eV. W biotycznej rzeczywistości musi ona być jeszcze mniejsza.

Zasadniczy mechanizm działania DNA musiał wykształcić się w odległej przeszłości, w ostatecznych szczegółach funkcjonalnych został wypracowany dopiero w późniejszych fazach ewolucji.

c) Rola wody w biofizycznej ewolucji wczesnych stadiów życia zarysowała się już okazjonalnie. Nawet w śladach będąc podwyższa ona przewodnictwo białek i kwasów nukleinowych *in labo*. Nie określono w pełni jej roli w żywym ustroju. Nie jest ona tylko rozpuszczalnikiem. Jej sieć krystalograficzna lodu — heksagonalna — koreluje dobrze z siecią przestrzenną białek, a jednocześnie prędkość przewodzenia protonów jest bardzo wysoka. Przypisywanie wodzie cech protonowego półprzewodnika wydaje się uzasadnione.

Z paleobiofizycznego stanowiska jej półprzewodzące cechy donora protonu i elektronu były wykorzystane w organizowaniu energetycznej strony życia. Wskazywać na to mogłaby jej rola w fotosyntezie, gdzie pod wpływem kwantu światła daje w procesie fotolizy uruchomiony elektron. Według Mittchela energia potrzebna dla wiązania wysokoergicznego ATP pochodzi również od wody (12). Przynajmniej dwukrotnie życie sięgnęło do energii, którą przyroda zamknęła w drobinie wody.

Pewna okoliczność mogłaby wskazywać na rolę wody. Drobiny *in statu nascendi* odznaczają się zwykle większą aktywnością. Wszystkie procesy polimeryzacji w żywym ustroju — białek, kwasów nukleinowych, lipidów i cukrowców — łączą się z odszczepieniem drobiny wody. Również kondensacyjna polimeryzacja kwasu fosforowego przy przejściu ADP do ATP przebiega w ten sposób. Natywna woda winna przede wszystkim wchodzić w strukturalną zależność z białkami, kwasami nukleinowymi i błonami lipidowo-białkowymi.

Bioenergetykę wypada więc rozpatrywać poczynając od własności wody. Zapewne w ten sposób rozpoczął się też energetyczny cykl życia z sekwentną rozbudową chemiczną, strukturalną i operacyjną. Woda jest najprostszym oksydoreduktorem. Metabolizm jest poszerzonym i bardziej złożonym procesem oksydoredukcji. Proporcje $H : O = 2 : 1$ powtarzają się w wielu związkach organicznych biologicznie ważnych. Wiązania wodorowe krystalograficznej struktury wody znalazły uwzględnienie w białkach i kwasach nukleinowych.

Można by mówić o „zamkniętym obiegu" wody w układzie biologicznym. Jej tworzenie łączy się bowiem z podstawowymi procesami metabolizmu. Elektronicznie woda przedstawia półprzewodnik protonowy, chemicznie zaś oksydoreduktor. W dużym uproszczeniu można przedstawić metabolizm jako „wtłaczanie" jonów węgla i azotu w drobinową strukturę wody.

d) Barwniki nabierają w ewolucji molekularnej szczególnego znaczenia od strony energetyki. Dotychczas opracowano szczególnie dobrze dwa — chlorofil i hemoglobinę, oba oparte na bazie porfiryny i zaangażowane w przenoszeniu elektronu. Chlorofil uruchamia elektrony pod wpływem kwantu światła, hemoglobina zaś przy udziale tlenu, bez zmiany wartoś-

ciowości jonu Fe^{+2}, tylko na zasadzie zmian spinowych. Wśród barwników należy wymienić też melaninę o niezbyt wiadomej roli. Barwniki są półprzewodnikami z efektem fotoelektrycznym, spełniają więc rolę transformatora energii elektromagnetycznej na elektryczną. Oddzielną grupę stanowią karoteny, półprzewodniki z racji wiązań sprzężonych. Najważniejszymi przenośnikami elektronów w układach biologicznych są nukleotydy flawinowe, pirydynowe i cytochromy. Ryboflawina jest barwnikiem o trzech pierścieniach aromatycznych ułożonych liniowo, pirydyna pierścieniem heterocyklicznym, cytochrom pierścieniem porfirynowym. Cyklizacja jest więc tutaj trendem ewolucyjnym nader widocznym. Korelacje konstrukcyjno-funkcjonalne między metabolizmem i jego molekularnymi produktami oraz elektronicznymi własnościami wydają się w oczywisty sposób rysować od chwili zawiązania akcji życia i jego najbardziej pierwotnej fazy ewolucyjnej.

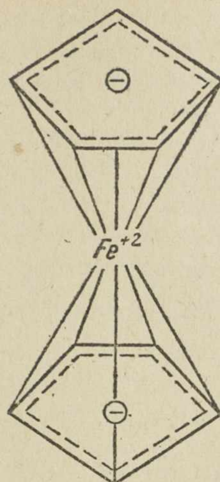
BIOMAGNETYCZNE WŁASNOŚCI

Start życia musiał być niezwykle elementarny, a usprawnienia narastały dopiero z ewolucyjnym czasem. Trudność stanowi jednak znalezienie prostych założeń strukturalnych i funkcjonalnych. Jest to przedmiotem paleobiofizyki. Przyroda wychodziła w tworzeniu życia zapewne z najprostszego prawa — „minimum trudności przy maksymalnej sprawności".

Zjawiska magnetyczne stanowią drugą niejako stronę kwantowych procesów elektronicznych. Jeśli życie ma być rozważane w tych kryteriach, to wykorzystanie magnetycznych własności spinu elektronowego musiało dla funkcjonalnej organizacji życia być niemniej ważne niż uruchomienie elektronów oraz ich sterowanie.

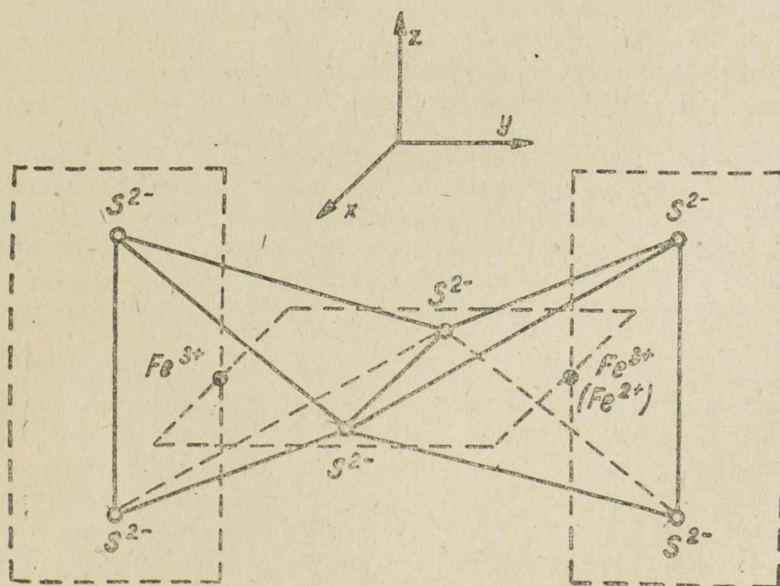
Na podstawie obecnego stanu wnioskować można o etapach zawiązywania magnetycznej akcji życia. Z paramagnetycznych pierwiastków zostały wykorzystane metale grupy przejściowej Ti, V, Cr, Cu, Fe, Ni, Co, Mn oraz molibden i uran. Pierwszą fazą było zapewne niezbyt zrozumiałe dziś występowanie atomów paramagnetycznych w stanie niezwiązanym. Przypuszczać można, że była to niespotykana obecnie faza ferrocenu. Ferrocen jest najprostszym zamknięciem jonu Fe^{+2} wśród anionów cyklopentadienylowych. Każdy z anionów dysponuje 6 elektronami pi, wobec tego jon żelaza jest uchwycony 12 elektronami. Jest to najbardziej elementarna budowa sandwiczowa w molekułach organicznych ⟨18⟩ (rys. 4).

Istnieje natomiast najbardziej prymitywne białko połączone z żelazem i siarką — ferredoksyna. Rozwój filogenetyczny tego układu prześledzono od bakterii przez glony do roślin wyższych i zwierząt. Ponieważ w tej samej drobinie istnieje dwu- i trójwartościowy kation Fe^{+2} i Fe^{+3} w oprawie diamagnetycznych związków organicznych, a taką budową odznaczają



Rys. 4. Schemat ferrocenu według ⟨18⟩

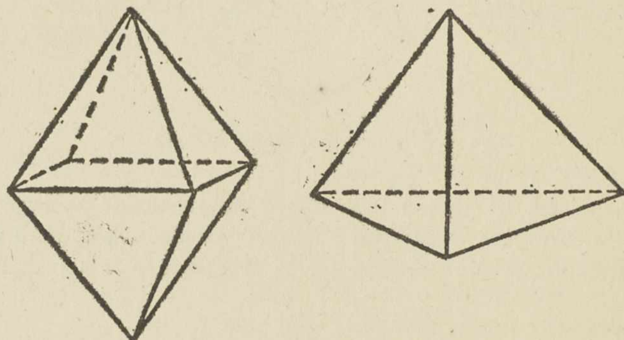
się ferryty, można by wobec tego ferredoksynę uznać za organiczny ferryt. Istnienie ferrytów w żywych ustrojach przewidywał już autor wcześniej ⟨21⟩ (rys. 5). Ponieważ rola ferrytów znana jest z techniki elektro-



Rys. 5. Model ferredoksyny za ⟨27⟩

nicznej, można przypuszczać, że ferredoksyna jest „molekularną anteną" odbierającą w biookładzie słabe sygnały elektromagnetyczne. Przy tym wydaje się, że stanowi to bardzo stary relikt filogenetyczny o ciągle aktualnym znaczeniu w funkcji życia.

„Ferrytowe" modele wydają się ogólnym kierunkiem rozwojowym w biookładzie. Wyżej wymienione metale grupy przejściowej znajdują się jako paramagnetyczne centra zwykle w diamagnetycznej oprawie czteropirolowego pierścienia typu porfiryny. Przedstawia się to schematycznie jako umieszczenie jonu paramagnetycznego w środku ośmiościanu lub czworościanu, w narożach znajdują się diamagnetyczne jony zwane ligandami (rys. 6).



Rys. 6. Paramagnetyczny jon znajduje się w środku ośmiościaniu lub czworościanu w otoczeniu diamagnetycznych jonów ligandów

Na rzecz paramagnetycznych sytuacji pracują nie tylko molekularne struktury z inkluzją jonów metali grupy żelaza, ale również metabolizm. Frakcjonowane sytuacje chemiczne dają stan przejściowy wolnych rodników, te zaś są paramagnetyczne, znowu w diamagnetycznym ośrodku reakcji. Życie potraktowało magnetyczne cechy, a więc nieskompensowane spiny elektronowe jako kwantową okoliczność funkcjonalną dużego znaczenia.

Magnetyczne własności kwasów nukleinowych wskazują, że winny się w nich znajdować paramagnetyczne zanieczyszczenia ⟨9⟩ albo po prostu nie uwzględniono wszystkich możliwości na istnienie w nich centrów paramagnetycznych. W każdym razie widmo ERP kwasów nukleinowych wykazuje uderzające podobieństwo do widma z koloidalnych żelów żelaza. Znaczna ilość żelaza w DNA została stwierdzona już dawniej, choć rola jego nie jest wyjaśniona. Zapewne puryny tworzą kompleksy z dwuwartościowym żelazem. Jego utlenienie do trójwartościowego może być związane z zerwaniem nici DNA ⟨8⟩.

Biochemia uwzględnia przyspieszenie reakcji zależnie od wielkości nieskompensowanego momentu magnetycznego elektronów. Nadto jony paramagnetyczne weszły w grupę prostetyczną enzymów. Stwierdza się zmianę intensywności procesu katalizy enzymatycznej zależnie od obecności jonów magnetycznych. Wydaje się, że magnetyzm uwzględniany w biochemii jest jeszcze bardzo fragmentarycznie poznany. Bada się go od strony mechaniki kwantowej, stanów wzbudzonych, zjawisk rezonansowych, procesów biolaserowych, wzmacniania słabego sygnału elektromagnetycznego, w skali organicznych ferrytów do zjawisk magnetohydrodynamicznych bioplazmy włącznie. Po prostu badania biomagnetyzmu należy zorientować w innej płaszczyźnie wyjściowej, nie od strony potrzeb biochemii i obserwalności skutków w tej dziedzinie. Są one rzeczywiste, ale towarzyszą jedynie procesom kwantowym podejmowanym przez żywy obiekt. Nie są tu istotne szczegóły z roli hemoglobiny, katalazy, cytochromu. Ważne jest, że kwantowe organizowanie życia nie pominęło elektronów, ich relacji spinowych oraz zjawisk elektromagnetycznych. Ten cały kompleks zespolony z odwracalnymi reakcjami chemicznymi daje sytuację nazywaną życiem. Biologia dla celów własnego rozwoju będzie musiała w szerszym wymiarze opracować biomagnetyzm nie w aspekcie chemii. Wadas nazywa to problemami Wielkiej Fizyki i Wielkiej Biologii w przyszłości (27).

Pierwsze stadia życia miały niewielkie możliwości startowe z kwantowych cech materii i abiogennej syntezy związków organicznych, ale potrafiły na stałe zjednoczyć je w proces życia. W odniesieniu do własności magnetycznych i chemicznej sprawności wydaje się, że występuje synergetyzm rozwojowy. Nie można tego w zupełności wykazać dla elektronicznej wydajności i magnetycznych własności. Być może dalsze badania w tym względzie potwierdzą to przypuszczenie.

METODYKA KWANTOWEJ PALEOBIOFIZYKI

Przegląd głównych kierunków kwantowej aktywności życia może się dokonać na podstawie znajomości procesu biologicznego w istotnych przejawach i elementarnych środkach dyspozycyjnych. Uzasadnione jest dopatrywanie się dynamiki życia w procesach kwantowych. Niestety niewiele wiemy o tej dziedzinie, rozwinęła się zaś znajomość życia w układzie przestrzenno-masowym, dając biochemię i biologię molekularną. Następną fazą badań będzie relacja czaso-energetyczna. Ma to zasadnicze znaczenie dla paleobiofizyki kwantowej. Przejścia tego nie można podjąć w biochemicznym systemie, należy sięgnąć do bioelektroniki, tam rysuje się energetyka w należyty sposób.

Zbędne dodawać, że zawieszeniu ulec muszą wszelkie dotychczasowe

wyobrażenia anatomiczne i fizjologiczne. To nie jest redukcjonizm biologiczny, lecz introdukcjonizm raczej we właściwy wymiar, mocno w biologii spóźniony, absolutnie konieczny, jeśli życie ma być rozważane jako proces materii.

Struktury molekularne stanowią przestrzeń kwantowych zdarzeń, takich jak elektrony i quasi-cząstki fotony, fonony. Suma uporządkowanych zdarzeń kwantowych winna mieć zapewnione warunki egzystencji. Trwanie jest zasadniczym postulatem życia. W następstwie życie musiało wykształcić od samego początku system samoczynnie regulujący energetykę z minimalizowaniem jej entropii. Wśród samoczynnych procesów można wymienić kilka:

a) Trwanie nie może istnieć nieskończenie długo bez samowzbudności procesu. Jest to obrona układu przed narastającą inercją. Można by to określić jako samoindukcyjne kwantowe „zszywanie" chemicznej przemiany z procesami elektronicznymi.

Samowzbudność najlepiej tłumaczy w skali kwantowej własna częstość plazmy (16). Bioplazma wydaje się zapewniać postulat trwania najprościej na gruncie podstawowej energetyki biaoukładu.

b) Samoporządkowanie przestrzenne. W samouzgodnionych stanach światło przechodzi przez kryształ bezstratnie. Propagacja fali nie pociąga wydatków energetycznych. Jedną z cech życia byłoby tworzenie stanów samouzgodnionych. Pod działaniem zewnętrznej fali EM i fali autogennej struktury biologiczne stawały się coraz bardziej „przezroczyste" dla propagacji tych fal. Okoliczność ta była istotna podczas elektromagnetycznego sterowania biaoukładem. Nie bez znaczenia musiała tu być optyczna czynność biologiczna. Samouzgadnianie rozwija się w dwóch kierunkach — przestrzennym, dając odpowiednie struktury, np. układ drobin w błonach, komórek w tkance nabłonkowej, i energetycznym na zasadzie rezonansowych zestrojeń.

c) Samosynchronizacja charakterystyczna dla drgających nieliniowo układów stanowić może podstawę kwantowej integracji w czasie. Ta manifestuje się ostatecznie jako samouzgodnione wielopoziomowe zorganizowanie zróżnicowanych elementów. Rozróżnić należy dwa terminy — samosynchronizację i samouzgodnienie. Pierwszy odnosi się do zdolności korygowania pracy nieliniowego układu drgającego przy narzuconym rytmie drugiego oscylatora nieliniowego. W rezultacie zbiór takich układów wytwarza koherentnie pracujący system nieliniowy. Samouzgodniony system przyjmowany przez fizyków i biologów przedstawia raczej fenomenologiczną wypadkową, czyli ustalony stan końcowy. W biologii będzie to wyrównoważony strukturalnie i funkcjonalnie organizm, jego relacja do środowiska, w ekologii zaś biocenoza. Samosynchronizacja procesów nie-

liniowych da w optymalnej sytuacji stan ustalony, według naszej oceny samouzgodniony.

Interesuje nas tym razem samosynchronizacja. Na podstawie skutków biologicznych i przy założeniu ich kwantowych podstaw, można w przybliżeniu określić ogólne prawa normujące rozwój biosfery:

I kwantowe procesy wyprzedzają strukturalne rozwiązania biounkładu
II kwantowe zjawiska pilotują przestrzeń zróżnicowania, w której odkłada się masa organiczna
III kwantowe zjawiska zamykają proces zróżnicowania integracją
IV protoinformacja w skwantowanym układzie dokonuje się elektromagnetycznie z akustycznym wariantem w molekularnym środowisku zdolnym do uruchomienia elektronów (4).

Niewyobrażalny ze stanowiska fizyki czas filogenetyczny wydaje się nieco bliższy zrozumienia. Odkładanie biologicznej masy w falowej siatce zdarzeń przebiega w czterowymiarowej przestrzeni (25). Nie to jest dziwne, że przekaz życia jest kodowany w drobinie DNA, lecz to, że kwantowy przekaz nie pomija filogenetycznego czasu. Przekazuje się on jako czterowymiarowa przestrzeń zdarzeń życia, jako molekularna struktura z filogenetycznym dziedzictwem czasu.

Życie rozwiązuje więc swą egzystencję w ramach kwantowej fizyki relatywistycznej ze względu na wejście czasu we współrzędne przestrzenne. Co więcej, mamy rzeczywiste wydłużenie relatywistyczne czasu z ciaśniejszym upakowaniem ilości zdarzeń w jednostce czasu. Wartość czasu mierzy się nie prędkością, lecz gęstością zapełnienia przestrzeni biologicznej. Następuje to w ontogenetycznym skrócie filogenezy. Gameta byłaby drugą relatywizacją w stosunku do organizmu, a więc jeszcze jedną więcej kondensacją zdarzeń we współrzędnych czasoprzestrzeni. Być może kreacja życia od nowa jest niemożliwa, gdyż nie można mu nadać filogenetycznej wartości czasu. Przejście z geometrii trój- do czterowymiarowej jest sprawą bardziej złożoną. Na rozwijanie czasoprzestrzeni w postaci strukturyzacji masy trzeba było miliardów lat ewolucji. Zapełnienie więc biologicznej czasoprzestrzeni dokonuje się ustawicznie poprzez strukturyzację masy. Natomiast śmierć organizmu jest powrotnym przejściem w trójwymiarową przestrzeń fizyki.

Świadomość refleksyjna człowieka jako dalekie następstwo życia rozwijającego się w czasoprzestrzeni dało wyodrębnienie czasu. Subiektywizm poznawania u człowieka jest wynikiem jego układu odniesienia. A ten jest czterowymiarowy. To nie prawda, że człowiek bierze czas jako absolutny. Jest to złudzenie wyniesione z mechaniki. Przeszłość i przyszłość mogą istnieć tylko w układzie współrzędnych, gdzie czas posiada filogenetycznie wyznaczniki minionego etapu i wektor przyszłości z ogólną ortogonalnością.

Stajemy w obliczu konieczności sformułowania kwantowej biofizyki relatywistycznej. Wiele spraw łatwiej jest wówczas zrozumieć, ale przybywają też konsekwencje tego sformułowania. Wiek bliźniąt nawet jednojajowych nie jest identyczny w sensie dokonanych zdarzeń biologicznych. Nawet wiek tkanek u tego samego osobnika nie jest jednakowy. Tkanki filogenetycznie wywodzące się z mezenchymy są młodsze. Również należałoby przyjąć tożsamość masy i energii. Struktury biologiczne są czasoprzestrzennym koncentratem energii, została ona tam zdeponowana i również w nich może być uruchomiona. Tyczy to nie tylko tkanki zapasowej.

d) Biochemia zna autokatalizę regulowaną usystematyzowanym ciągiem enzymów o antagonistycznej funkcjonalności. Nowsze tendencje upraszczają zagadnienie nie tylko w koncepcji piezoelektrycznej według Greena i Ji, wznowionej przez Cassertę i Cervigni'ego (2), ale również przy elektronicznej interpretacji aktywności katalitycznej warunkowanej stanami donorowymi i akceptorowymi półprzewodników (5).

System automatycznego wzmacniania był konieczny, procesy bowiem życiowe dokonują się w środowisku organicznych półprzewodników o minimalnej mocy. Inicjacja procesów elektronicznych w genezie życia miała w pierwszej fazie do dyspozycji energię chemiczną typu oksydoredukcyjnego oraz kwanty elektromagnetyczne środowiska. Skuteczne sprzężenie tych możliwości w białkowym półprzewodniku wymagało wzmocnienia. System samowzmacniania był chyba jednym z najbardziej pierwotnych sposobów zagwarantowania egzystencji. Najprostszą drogą wzmacniania jest układ rezonansowy. W dalszym rozwoju usprawniły tę właściwość procesy biolaserowe i wszelkiego rodzaju koherencja zdarzeń biologicznych.

Życie nie jest tylko trwaniem, lecz rozwojem. Stagnacyjne trwanie jest cechą nieożywionej materii. Minimalne zorganizowanie energetyki biourkładu mogło zapewnić egzystencję życia jedynie za cenę rozwoju tej cechy, jej strukturalne i funkcjonalne umocnienie. Na drodze ewolucji fizyki życia postąpiła ona tak daleko, że dziś można tylko przez „odfiltrowanie" ewolucyjnych usprawnień dojść do odtworzenia prymitywnych początków.

Samoczynne procesy dokonują się i kontynuują obecnie przy ogólnym stanie wzbudzenia molekularnej sieci wstrząsanej fononami przy ustawicznej impulsacji falą elektromagnetyczną.

ELEKTRONICZNA INDYWIDUALIZACJA BIOUKŁADU

Biochemicznie można mówić o „pierwotnej zupie" czy bulionie organicznych związków powstałych abiogennie. Nie może jednak istnieć za-

wiesina kwantowych sprzężeń reakcji chemicznych i procesów elektronicznych w molekułach bez wydzielania ich z *continuum*. Koacerwaty ujmowały sprawę typowo dla biochemii z uruchomieniem wymiany chemicznej treści ze środowiskiem.

W naszym przypadku musiała zaistnieć protointegracja z zamknięciem kwantowego szwu życia między zespołem półprzewodzących molekuł i chemicznych reakcji. W 1967 r. została ta sytuacja nazwana przez autora elektrostazą (EKZ) ⟨19⟩. EKZ jest biologicznym następstwem powierzchniowego zagęszczenia ładunków na nieciągłościach, zwłaszcza na pograniczu półprzewodnika z dielektrykiem. EKZ różni się od analogicznej sytuacji zagęszczenia ładunków na powierzchni półprzewodnika, jest ona bowiem elektrycznym pograniczem żywego ustroju, ale jednocześnie żywą funkcjonalną jednostką, niezbyt jeszcze poznaną.

Indywidualizacja nie stanowi tylko pogranicza ze środowiskiem, ale też gwarancję autonomii tak znamienną w pracy błon biologicznych. Ich funkcja nie jest poznana do końca, tym bardziej ich ewolucja. Tę ostatnią można odtworzyć na podstawie aktualnego stanu budowy, pracy i elektronicznych cech tworzącej je masy.

Sytuacją startową była zapewne półprzewodnikowa warstwa białek, a tym samym powierzchniowe zagęszczenie ładunków. Zwiększona gęstość elektronów stanowi już okoliczność wyróżnioną. W półprzewodnikach nieorganicznych grubość warstwy powierzchniowej wynosi 10^{-7}-10^{-6} cm; dla błon biologicznych przyjmuje się 10—2 nm. Występują one jako układy trójwarstwowe o grubości 7,5 nm, z wyjątkiem mitochondriów i błon otaczających komórki mięśniowe. Te stanowią układy dwuwarstwowe grubości 7,5 nm przedzielone wolną przestrzenią koło 10 nm. EKZ i wytworzone pola elektryczne rzędu 10^6-10^7 V m^{-1} były czynnikami strukturyzacji, a więc polarnego ułożenia drobin. Zorientowane ułożenie dipoli białkowych nie było bierną odpowiedzią na pole elektryczne EKZ, ewentualnie zmienne pole środowiska, ale stało się samouporządkowaniem zbioru drobin według narastającej funkcjonalności. Prawdopodobnie trzeba się liczyć z samoogniskowaniem światła na skutek ustawienia anizotropowych molekuł osiami największej polaryzowalności w szybkozmiennym polu elektrycznym fali świetlnej. W następstwie tego winna się zwiększać przenikalność elektryczna molekularnego ośrodka dla częstości optycznych ⟨14⟩. Leżało to w energetycznym interesie membrany biologicznej. Błona białkowa zaczyna działać w środowisku wodnym jako czynny filtr protonów. Grupa COO^- gromadzi nadmiarowo protony, natomiast biegun aminowy NH_2^+ zagęszcza grupę hydroksylową OH^-. Po obu stronach białkowej błony tworzy się na skutek rekombinacji natywna woda, która zostaje strukturalnie wbudowana w sieć białkową. Po stronie COO^- następuje odebranie elektronu i przejście do COOH, po stronie zaś aminowej

grupa OH^- oddając elektron neutralizuje ją do NH_3. Błona modyfikuje elektryczną charakterystykę zależnie od pH wytworzonego po obu jej stronach oraz izoelektrycznego punktu danego białka. Reakcje przebiegają w dwóch wariantach: $2H^+ + O = H_2O$ po uprzedniej reakcji $OH^- + OH^- = H_2O$ (na biegunie aminowym białka). Na biegunie karboksylowym zaś $COO^- + H^+ = COOH$. Powstająca natywna woda zostaje strukturalnie wprowadzona w polarną warstwę białkową, dając sieć heksagonalną lodu. Jednocześnie warstwa wody staje się dobrym przenośnikiem protonu, którego przewodzenie jest równe prędkości elektronu w metalach. Strukturalna woda pracuje więc jako półprzewodnikowy filtr protonowy. Środowisko wodne i białkowa warstwa stanowią układ elektrodynamiczny pracujący na zasadzie sprzężenia dwóch rodzajów półprzewodnika.

Pierwszy etap powstania monomolekularnej warstwy białka dokonuje się w sposób czynny i ta aktywność została zachowana do dziś. Co więcej, w mechanizmach aktywnego transportu według Mitchella rozdział protonów i grup hydroksylowych jest zasadniczą podstawą energetyki tworzenia ATP. Echa tego dawnego procesu w filogenezie błon są zachowane do dziś. Wbudowanie lipidowych warstw polarnych ustawionych po obu stronach monomolekularnej warstwy białkowej jest już sprawą prostą. Woda utrzymuje swój charakter polarnego środowiska i transportera protonów wiązaniami wodorowymi. EKZ rozbudowała się strukturalnie i funkcjonalnie usprawniając podstawową funkcję elektrycznej indywidualizacji biounkładu. Aktywny transport trudno nazywać wbrew gradientowi, po prostu jest on elektronicznym przenoszeniem protonów w krystalicznej strukturze wody.

Membrany biologiczne stanowią jeden z najintensywniej badanych problemów dalekich od rozwiązania, mimo znacznego postępu uczynionego poglądem chemiczno-osmotycznym Mitchella (wyróżniony za to nagrodą Nobla 1978) ⟨13⟩. Już wcześniej stwierdzono protony w pracy mitochondriów i chloroplastów. Są to jednak organele o specjalnym zadaniu. Synergetyzm konstrukcyjno-funkcjonalny wydaje się rysować od chwili zawiązania akcji życia i jego najbardziej pierwotnej fazy ewolucyjnej. Założenia funkcjonalne błon biologicznych muszą być ogólniejsze, bardziej podstawowe, choć nie wykluczające specjalizacji w toku ewolucji.

W obecnej sytuacji istnieć może kilka źródeł protonów. Polimeryzacja aminokwasów i lipidów łączy się z odszczepieniem drobin wody. Przy utrzymaniu stanu wysokiego wzbudzenia może nie nastąpić utworzenie drobiny wody, natomiast trwanie stanu protonowego i jonu hydroksylowego mogą ulec przedłużeniu. Ponadto w szczególnych okolicznościach może nie dojść do wytworzenia nadtlenku wodoru H_2O_2, który katalaza rozkłada na wodę i tlen. Pod wpływem wzbudzenia kwantem świetlnym autogennego pochodzenia może nastąpić reakcja: $OH \rightarrow H^+ + e^- + 1/2\ O$.

Ustrukturyzowana woda między polarnymi drobinami lipidów a warstwą oddzielającą białkowy komponent może nabyć krystalicznych własności lodu z wyjątkowo łatwym przewodzeniem protonów. Woda zawarta w uporządkowanej strukturze warstwy lipidowej nie stanowi też koniecznej izolacji według opinii Mitchella, lecz właśnie ośrodek protonowego przewodzenia.

Innym źródłem protonów mógłby być beta-karoten, który winien występować w środowisku lipidowym błon komórkowych. Beta-karoten jest półprzewodnikiem protonowym. Po przerwaniu w połowie jego łańcucha i przyłączeniu dwóch cząsteczek wody powstają dwie drobiny witaminy A. W odwrotnej sytuacji winno następować odszczepienie wody i polimeryzacja do karotenu. Białka są zaś przynajmniej w części półprzewodnikiem protonowym, jak wykazano w badaniach trytem i jak zresztą interpretuje się wzrost przewodnictwa przy śladach wilgotności.

Istnieją wielorakie możliwości uruchomienia protonów w membranach lipidowo-białkowych i to bez transportu wbrew gradientowi, a więc ze znacznym wydatkiem energetycznym. Nie jest to więc dyfuzja aktywnego transportu tylko dryf ładunku w półprzewodniku. Wartość pola elektrycznego dla błon biologicznych ocenia się na 10^6 V m. Pole elektryczne może zaistnieć też na skutek sił mechanicznych, białka bowiem i aminokwasy są piezoelektrykami.

Wychodząc z ogólnej idei biologicznej minimum złożoności przy maksymalnych możliwościach rozwiązywania procesów życiowych należy sądzić, że minimum to istniało w pierwszych aminokwasach i polipeptydach pochodzenia abiogennego, przy powierzchniowym zagęszczeniu ładunków i półprzewodzących własnościach wody, przy towarzyszących polach elektrycznych i kwantach świetlnych, nie wykluczonym działaniem sił mechanicznych polaryzujących organiczny piezoelektryk.

Elektroniczne podejście do membran upraszcza sytuację od strony energetycznej. Chodzi tu o energię kinetyczną protonów. Protony niosą ładunek, ich energetyka wyraża się elektrodynamicznie. Wytworzone zmienne pole elektryczne powoduje strykcję piezoelektrycznego materiału i drgania sieci molekularnej. Stany wzbudzone dają zaś fotony fluorescencyjne i w dalszym następstwie fosforescencję. Błony biologiczne należą do zespołu o wysokim tonusie energetycznym przy minimalnym zużyciu mocy na sterowanie ich pracy.

Elektroniczny profil stanowi jedną stronę energetyki membran, drugą jest metabolizm, a więc strumień elektronów uruchomiony przemianami chemicznymi przy użyciu enzymów. Może tutaj przebiegać najbardziej radykalnie linia kwantowych sprzężeń między tymi energetycznymi zespołami.

Bioenergetykę można jeszcze prościej opisać — niejako na profilu

reakcji chemicznych i sprzężonych zjawisk elektronicznych w półprzewodnikach. Ten łączny opisy nazywa się plazmowym przybliżeniem (26). Wyraża on poniekąd energetyczną treść biouktadu, plazma bowiem jest najbardziej dynamicznym stanem materii. Błony biologiczne byłyby utworem szczególnie predysponowanym o dużej wydajności energetycznej, którą dobrze wyraża stan fizycznej plazmy. Energetyka membran traktowana w prymitywnym stanie materii jaki stanowi plazma, jest zarazem najbliższa archaicznym założeniom w historii życia.

Dalsze usprawnienia natury chemicznej (enzymatycznej, transportu jonowego itp.) są zrozumiałe w następstwie ewolucji. Podstawowy i startowy profil energetyki membran jest prosty w założeniach i skuteczny w działaniu. Wychylenie poza chemiczny schemat, a nawet poza chemiczno-osmotyczną próbę Mitchella, daje większe możliwości interpretacyjne, a już zupełnie konieczne w próbie paleobiofizycznego odtwarzania sytuacji wyjściowych.

Przyroda wykorzystałaby najprostszy z chemicznych związków — wodę — dla uruchomienia życia w membranach. Pomysł pompy protonowej wydaje się najbliższy rzeczywistości. Nowością jest występowanie plazmy protonowej. Należy przypuszczać, że nie jest to plazma jednorodna, lecz w pewnej równowadze obu składników. Jeśli gęstość elektronowa według Blaurocka otrzymana metodą dyfrakcji dla błon lipidowo-białkowych wynosi w warstwie białkowej $3{,}7\text{-}5{,}1 \times 10^{29}$ elektronów na milimetr sześcienny, w lipidowej 5×10^{29}, a dla wody $3{,}34 \times 10^{29}$ elektronów w tej samej objętości (1), to ilość protonów dla elektrostatycznej równowagi bioplazmy w membranach winna być tego samego rzędu. Prawdopodobnie błony stanowią klasyczne laboratorium przyrody ożywionej. Charakteryzują się one wysoką gęstością bioplazmy. Błony mitochondrialne, aparat Golgiego, retikulum endoplazmatyczne, chloroplasty i błony komórkowe miały zapewne analogiczną drogę powstania. Pierwszy funkcjonalny schemat życia wypracowała i uruchomiła nie komórka. Był to mylny sąd oparty na cytologicznej anatomii, a więc przestrzenno-masowych pojęciach biologicznych.

Zasadniczy trend molekularnej ewolucji jest czytelny nie tylko od strony chemicznych możliwości, ale przede wszystkim elektronicznych perspektyw. Ośrodek organiczny, który w żywym układzie warunkuje reakcje chemiczne metabolizmu i procesy elektroniczne — winien te dwa aspekty usprawniać podczas ewolucji. Tym samym ewolucja molekularna nabiera funkcjonalnego wyrazu, a selekcyjne sito działa zarówno od strony metabolicznej wydajności, jak i ułatwionych procesów elektronicznych. Elektroniczne własności molekuł organicznych selekcjonowały się od strony półprzewodnictwa, piezoelektrycznych i ferroelektrycznych własności, zdolności fluorescencyjnych, optycznej czynności i cech magne-

tycznych. Wzrost kwantowej wydajności na każdym odcinku wyznaczał zasadniczy kierunek ewolucji biofizycznej.

Kwantowy szew życia wzmacniał się dwustronnie na ewolucyjnej drodze. Może to stanowić podstawowe prawo rozwojowe kwantowej biologii najwcześniejszych stadiów. Selekcja dokonywała się w podstawach, które umożliwiły życiu trwanie i przekaz w tak długim czasie. Celem życia jest trwać — jak wynika z jego parametru czasu filogenetycznego. Kwantowy rozrusznik życia i jego ochrona oraz wszystkie okoliczności sprzyjające jego konserwacji były podstawowym trendem pierwszych etapów biofizycznej ewolucji. Ewolucji ulega bowiem energetyczny front życia jako funkcjonalna całość. Ewolucja molekularna była tylko jednym z jego epizodów od strony metabolicznej. Obecnie doszedł jej aspekt elektroniczny i plazmotwórczy. Takie postawienie sprawy jest wynikiem nowego spojrzenia na energetykę żywego obiektu z pozycji bioelektroniki. Ostatecznie chodziło w całej ewolucji biofizycznej o wzrost kwantowej sprawności. Nie istnieje druga sytuacja w przyrodzie tak charakterystyczna i możliwa do odtworzenia w jej początkowych stadiach.

ZAMKNIĘCIE W SYSTEM DZIAŁANIA

O stanach kwantowych na razie wnioskować można na podstawie makrozjawisk. Organizm jest podsystemem wytworzonym w systemie przyrody. Jako podsystem cechuje go wyższa gęstość energii na jednostkę objętości niż w środowisku. Między organizmem a środowiskiem występuje więc różnica potencjału. Termodynamicznie biorąc winien następować odpływ energii z żywego układu do środowiska. Gdyby tak było, utrzymanie życia na Ziemi okazałoby się niemożliwością. Muszą więc istnieć czynniki mobilizujące przewagę energetyczną bioukładu. Podsystem życia utrzymuje nie tylko swą integralność, ale powiększa aktywną masę i powiela się. Istnieje więc pod znacznym napięciem, do którego zastosować można uogólniony termin turgoru.

Przewidywać należy kilka sposobów podnoszenia poziomu energetycznego. Temu służyć mogą efekty kwantowego wzmocnienia laserowego i maserowego, wytworzone układy rezonansowe, koherencja wszystkich procesów życiowych i kolektywność przenoszonych zaburzeń przez układ.

Samowzbudność jest niewystarczająca, choć konieczna dla zawarunkowania ciągłości procesu. Ze względu na dysypację nie do uniknięcia, winny znaleźć miejsce procesy kwantowego wzmacniania, jak również kwantowego minimalizowania strat energetycznych. Z jednej strony efekty tunelowe elektrycznych przejść międzymolekularnych, z drugiej znów bezstratny obieg ładunków w efekcie nadprzewodnictwa mogłyby się

układać w tym profilu. Coraz częściej wzmiankuje się o możności występowania złącz Josephsona. Godne przeanalizowania byłoby też bezstratne przechodzenie fali EM przez samouzgodniony ośrodek krystaliczny, w naszym wypadku struktur biologicznych.

Podsystem żywego ustroju na tle środowiska można ogólnie wyrazić jako stan wysokiego wzbudzenia materii. Wszelki impuls informacyjny jest nie tylko przyjmowany, ale metabolizowany. Stan wzbudzony przyjmuje zresztą informację całą swą energetyczną naturą. Dobrym uogólnionym detektorem byłaby bioplazma.

Proces ten można nazwać fizykochemicznym samookreśleniem się układu. Jest to równoznaczne z częściowym wyizolowaniem go ze środowiska i wypracowaniem rozwijającej się autonomii. Cech tych należy poszukiwać już w kwantowych proporcjach.

Wychodząc z energetycznych założeń trzeba nawiązać do kwantowego świata zdarzeń, a więc do sprzężenia reakcji chemicznych z elektronicznymi, czyli do zespołu elektron-proton, foton, fonon.

Wrócić też należy do animowanej probówki według Sedlaka. Reakcje chemiczne stają się metabolizmem dopiero wówczas, kiedy probówka poczyna nieustannie drżeć kwantowo, elektromagnetyczny puls odmierza czas i synchronizuje go z reakcjami chemicznymi. Taka probówka musi być z półprzewodników i piezoelektryków. Probówka wchodzi wówczas w funkcjonalną jedność z procesami chemicznymi. Cały układ osiąga maksymalną dynamikę i zsynchronizowanie.

Rzekome życie biochemików należałoby dopiero ożywić. Bez kwantowego potrząsania probówką organicznych półprzewodników i bez porcjowania energii elektromagnetycznej nie ożywią się nieodwracalne reakcje chemiczne. Dopokąd cały układ nie pocznie koherentnie funkcjonować w kwantowych drganiach sieci, fotonowych impulsach i chemicznym rytmie elektronów — życie jest utopią.

Układ zawiązującego się życia staje się względnie izolowany. Inaczej przedstawiając — życie musi się funkcjonalnie „zamknąć" i wobec geofizycznych oraz geochemicznych warunków środowiska założyć filtry wybiórczości przyjmując to, co potrzebne i w takiej ilości, jakiej aktualna sytuacja energetyczna układu wymaga. Wybiórczość jest podstawową cechą życia wynikającą z funkcjonalnego „zamknięcia" w układ. Zamknięcie bowiem jest nie tylko quasi-wyłączeniem ze środowiska, ale gwarancją trwałości i nie rozproszenia się w otoczeniu. Zamknięcie jest antydysypacyjnym krokiem życia. W ograniczonym zespole istnieją warunki na energetyczny tonus wyższy niż w środowisku. Dokonał się również pierwszy krok do integracji, nie naruszają go żadne dalsze zróżnicowania, które w toku ewolucji znajdą miejsce. Ponadto zamknięcie było włączeniem

„probówki" w całość żywego obiektu. Probówka stała się gabarytem żywego ustroju, gabarytem włączonym w proces życia poprzez strukturyzację i ustawiczną wymianę elementów budowlanych na nowe. Struktura podlega metabolizmowi, a więc wymianie masy i energii.

Dwa zjawiska należy w akcji „zamykania" biоukładu wymienić: zapożyczając terminologii i pojęć z fizyki można by je określić jako samouzgadnianie i samoograniczanie. Samouzgadnianie występuje w układach nieliniowych w następstwie synchronizacji oscylatorów. Samoograniczanie zaś stwierdzono w plazmie nazywając to samozaciskaniem się plazmy lub pinchem. Synchronizacja jest przede wszystkim procesem energetycznym, pinch zaś przestrzenno-energetycznym. Pojęcie bioplazmy może się okazać użyteczne w tworzeniu biologicznej indywidualności.

Wydaje się, że jeszcze jedna okoliczność charakterystyczna dla plazmy biologicznej może znaleźć zastosowanie w interpretacji pierwszych etapów życia — plazma posiada własne rytmy elektromagnetyczne, wybiorczość więc byłaby tutaj sprowadzona do rezonansu elektromagnetycznego. Wybiorczość biоukładu jest równoczesna w chemicznym, jak i elektromagnetycznym aspekcie.

U podstaw coraz trwalszego zamykania się układu żywego musiała być nie tylko akcja samouzgadniania. Procesy synchronizacji oraz indywidualizacji są zjawiskami energetycznymi, wymagają więc zasilania. Dać ją może rezonansowa częstość.

Geneza życia rozwiązywana li tylko na podstawie reakcji chemicznych napotyka na niezwykłe trudności w skutecznym wyjaśnieniu procesu niegasnącego. Bez przyjęcia kwantowych podstaw i ostatecznego odwołania się do bioenergetyki nie wydaje się to możliwe. Również ewolucja molekularna i biochemiczna bez uwzględnienia kwantowych podstaw procesu życiowego zdają się zawieszone w przestworzach, oparte są bowiem na pierwszym przybliżeniu, tym samym na zbyt grubym traktowaniu tego zjawiska.

LITERATURA

1. Blaurock A. E.: X-ray Diffraction Pattern from a Bilayer with Protein Outside. „Biophysical Journal" 13:1973 s. 261-289.
2. Casserta G., Cervigni T.: Piezoelectric Theory of Enzymic Catalysis as Inferred from the Electromechanochemical Principles of Bioenergetics. „Proceedings National Academy Science USA" 71:1974 s. 4421-4424.
3. Cole F. E., Graf E. R.: Precambrian ELF and Abiogenesis. W: ELF and VLF Electromagnetic Field Effects. Persinger M. A. [Ed.]. New York—London 1975 s. 243-273.

4. Cooper M. S.: Evidence for a Condensed Phonon State in Malignant Cells. „Physiological Chemistry and Physics" 10:1978 No 3 s. 289-290.
5. Hauffe K., Stechemesser R.: Zur Randschicht-Theorie der Absorption und Katalyse an Halbleitter-Katalysatoren. W: Electronic Phenomena in Chemisorption and Catalysis on Semiconductors (Symposium). Hauffe K., Wolkenstein Th. [Ed.] Berlin 1969 s. 1-27.
6. Grundler W., Keilman F.: Nonthermal Effects of Millimeter Microwaves on Yeast Growth. „Zeitschrift Naturforschung" 33c:1978 s. 15-22.
7. Ingarden R. S.: Przegląd najnowszych teorii laserów. W: Elektronika kwantowa i optyka nieliniowa. VI Konferencja. Kielich S., Kaczmarek F., Graja A. [red.] Poznań 1975 s. 113-124.
8. Iwanow W. I.: O roli mietałłow w dezoksiribonukleinowoj kisłotie. „Biofizika" 10:1965 s. 11-16.
9. Kryszewski M.: Półprzewodniki wielocząsteczkowe. Warszawa 1968.
10. Kuhn W., Rittmann A.: Über den Zustand des Erdinnern und seine Entstehung aus einem homogenem Urzustand. „Geologischer Rundschau" 32:1941 s. 215-256.
11. Mikołajczyk H.: Pola elektromagnetyczne. Warszawa 1974.
12. Mitchell P.: Active Transport and Ion Accumulation. W: Comprehensive Biochemistry. Vol. 22: Bioenergetics. Florkin M. [Ed.]. Amsterdam—London—New York 1967 s. 167-197.
13. Mitchell P.: The Chemical and Electrical Components of the Electrochemical Potential of H^+ ions Across the Mitochondrial Criste Membrane. W: Mitochondria Structure and Function (FEBS Symposium). Ernster L., Drahota Z. [Ed.]. London—New York 1969 vol. 17 s. 219-232.
14. Piekara A.: Zjawisko autokolimacji w ośrodkach gazowych, ciekłych i stałych. W: Elektronika kwantowa i optyka nieliniowa. VI Konferencja. Poznań 1975 s. 9-52.
15. Pigoń K., Gumiński K., Vetulani J.: Półprzewodniki organiczne. Warszawa 1964.
16. Platzman P. M., Wolff P. A.: Waves and Interactions in Solid State Plasmas. New York—London 1973.
17. Pullman A., Pullman B.: Quantum Biochemistry. W: Comprehensive Biochemistry. Vol. 22: Bioenergetics. Florkin M. [Ed.]. Amsterdam—London—New York 1967 s. 1-60.
18. Roberts J. D., Caserio M. C.: Chemia organiczna. Warszawa 1969.
19. Sedlak W.: Model układu emitującego pole biologiczne i elektrostaza. „Kosmos A" 16:1967 s. 151-159.
20. Sedlak W.: Plazma fizyczna i laserowe efekty w układach biologicznych. Tamże 19:1970 s. 143-154.
21. Sedlak W.: Plazma fizyczna jako podstawa bioenergetyki. „Roczniki Filozoficzne" 22:1972 z. 3 s. 125-148.
22. Sedlak W.: Laserowe procesy biologiczne. „Kosmos A" 22:1972 s. 533-545.
23. Sedlak W.: U źródeł nowej nauki — Paleobiochemia. Warszawa 1973.
24. Sedlak W.: Dynamika bioplazmy i metabolizm. „Kosmos A" 24:1975 s. 261-272.
25. Sedlak W.: Zarys biologii falowej. W: Bioelektronika. Warszawa 1979 s. 469-492.
26. Sedlak W.: Bioplazma — problemy i możliwości. W: Bioelektronika. Warszawa 1979 s. 252-278.
27. Wadas R.: Biomagnetyzm. Warszawa 1978.

THE FOUNDATIONS OF QUANTUM PALEOBIOPHYSICS

Summary

The aim of paleobiophysics is to reconstruct the oldest stages of life physics on the basis of structural and functional relics. The present litosphere, hydrosphere and atmosphere constitute a degraded state of matter. According to Kuhn and Rittmann, the primitive plasma is found in the Earth nucleus. Life is a relic, which has been transmitting the undegraded state of matter for five thousand million years. This is because life is connected with a general excited state of the system. Three parallel processes — metabolism, biolaser effects and bioplasma — are distinguished by excitement and degradation of this state, which accompanies a release of energy. Molecular evolution conditioned not only the efficiency of chemical processes, but also the development of electrical and magnetic properties of biomass. These features constitute the empirical basis for bioelectronics. The author discusses the quantum magnetic processes more thoroughly. The evolution led through free paramgnetic atoms of transition metals to their organic complexes and perhaps through the stage of ferrocene, non-existent today. On the other hand, the role of ferredoxin can be investigated phylogenetically. It probably plays the role of a molecular antenna receiving weak signals of EM (organic ferrite). The functionality of DNA can be explained by the complexes of bivalent iron and purines. Life has used not only electrons, but also their spin states.

In a living system working as a nonlinear quantum oscillator there are proper conditions for self-synchronization. Acceptance of term „bioplasma" explains the self-excitation of the system by its own plasma frequencies. The author also gives an outline of relativistic biophysics. Biological events happen in a four-dimension space, with time distinguishing itself by a phylogenetic load. The isolation of a living system from its environment is done by a surface condensation of charges (electrostasis). Further individualization is done by producing biological membranes. The author modifies Mitchell's chemical-osmotic theory, by understanding water as a proton semiconductor and the electronic processes related to it. The article is the first part of quantum paleobiophysics.